Die Behandlung der Diaphysen-Frakturen am Unterarm

Johannes Pompecki

Die Behandlung der Diaphysen-Frakturen am Unterarm

Johannes Pompecki

Druck: Niederschlesische Tageszeitung, Liegnitz, NS-Pressehaus

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545813_0121

Aus dem Knappschaftskrankenhaus Beuthen O/S
Chefarzt Professor Dr. Becker

Die Behandlung der Diaphysen-Frakturen am Unterarm

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Medizinischen Fakultät der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau vorgelegt von

Johannes Pompecki

1940

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Breslau
Referent: Prof. Dr. Bauer
Dekan: Prof. Dr. Gottron

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

MEINEN ELTERN IN DANKBARKEIT

Einleitung.

Die Behandlung der kompletten diaphysären Unterarmfraktur ist auch heute immer noch sehr schwierig und die Ergebnisse sind oft nicht besonders günstig. Dies ist deutlich aus den Unfallakten der Nordöstlichen Holz-Berufsgenossenschaft (Rütz) und der Land- und Forstwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft Unterfranken (Rieger) zu ersehen. Nach Rütz erhielten von 41 Vorderarmbrüchen (davon 23 kompl. Frakturen) 9% keine Renten, 80 % bezogen Dauerrenten. Nach Rieger waren von 70 Vorderarmbrüchen 2 rentenfrei, 37 erhielten vorübergehende und 31 = 44% Dauerrenten. Wenn es sich hier auch um besonders ungünstige Fälle handelt und man die Statistik nicht verallgemeinern kann, so ersieht man jedoch daraus, welch große soziale Bedeutung gerade den Ergebnissen der Unterarmfrakturen zukommt. Die vielen Komplikationen, die einmal in der Frakturart selbst liegen und ferner im Heilungsverlauf und in der Behandlungsart bedingt sind, fordern gerade beim kompletten Diaphysen-Bruch des Unterarmes eine besondere Kenntnis der Behandlung.

Die Häufigkeit der Unterarmfraktur.

Die Zahlen über die Häufigkeit der Unterarmfraktur stimmen bei den Autoren ziemlich überein. Nach v. Bruns sind 18,88% aller Frakturen Vorderarmbrüche, bei Bardenheuer 23%. Der einzige Grund dieses zahlreichen Auftretens liegt in der vielfältigen Beanspruchung des Vorderarmes. Daraus erklärt sich auch, daß beim männlichen Geschlecht diese Fraktur 4,5 mal häufiger ist als beim weiblichen.

Beim männlichen Geschlecht spielen neben der größeren beruflichen Beanspruchung auch die Schwere und das Gefahrvolle der Arbeit eine Rolle. Das Vorkommen des Vorderarmbruches in den verschiedenen Lebensaltern zeigt auch bei den einzelnen Statistiken gleichartige Ziffern. Die ältere Zusammenstellung von v. Bruns und die beiden Zahlenreihen aus neuerer Zeit zeigen dies deutlich.

Alter in Jahren:	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	
v. Bruns:	85	61	59	35	30	31	12	5	Anzahl der Fälle
Talkenberger:	16	31	6	3	4	6	3	2	
Jakowljevic': Novi Sad	11	22	5	12	5	6	3		

Wie aus den Zahlen ersichtlich ist, kommt die Unterarmfraktur bei den Altersklassen bis zu 30 Jahren am häufigsten vor.

Die Entstehung.

Man unterscheidet direkte und indirekte Mechanismen, die eine Fraktur erzeugen können. Im ersten Fall trifft die frakturierende Gewalt, Schlag, Fall eines schweren Gegenstandes auf den Unterarm, Sturz auf eine scharfe Kante, mit der Frakturstelle zusammen. Bei der indirekten Fraktur greifen die Kräfte fern von der Frakturstelle an. Dort wo die Druck- und Zugkräfte ihre größte Intensität erreichen und aufeinandertreffen, wird die Festigkeit des Knochens überwunden.

Beim indirekten Unterarmbruch wird ätiologisch Fall oder Stoß gegen die vorgestreckte Hand angegeben. Der indirekte Unterarmbruch ist nach Schefiler die typische Bergmannsfraktur. Beim Wagenschieben ist die Muskulatur des Unterarmes stark angespannt. Wird jetzt der Knochen bei irgendeinem Anprall oder Gegenstoß vom Ellenbogen her noch auf Druck beansprucht, so kommt es leicht zur Fraktur.

Symptome.

Die Diagnose des kompletten diaphysären Vorderarmbruches ist leicht, da meistens fast alle Fraktursymptome in klassischer Form vorhanden sind. Die häufig bestehende starke Verschiebung der Fragmente führt zu einer Knickung des Unterarmes und oft zu einer Verkürzung. Krepitation, ab-

norme Beweglichkeit der Bruchteile, Druck-, Bewegungs- und Stauungsschmerz sind leicht nachzuweisen. Tastet man an der Ellenkante entlang, so fühlt man an der Bruchstelle eine Stufe. Bei Rotation des Vorderarmes fehlt die Bewegung des Radiusköpfchens. Es ist für den Verletzten unmöglich, die Hand frei zu halten und er stützt sie daher mit der gesunden Hand. Bei Infraktionen und den subperiostalen Frakturen der Kinder können die Bruchsymptome fehlen. Schonung der Hand und leichte Schmerzen sind aber stets für eine Fraktur verdächtig. Ein typisches Symptom einer Unterarmfraktur im distalen Drittel bei Jugendlichen und besonders bei Kindern ist die Wulstung. Die sogenannte Wulstungsfraktur ist ein indirekter Stauchungsbruch. Die Achsenknickung der Unterarmknochen kann erheblich sein. Die Spitze des Winkels sieht nach dorsal oder nach volar, selten jedoch nach lateral. Gilles machte die eigentümliche Beobachtung, daß bei Knaben die Schwellung an der Streckseite, bei Mädchen an der Beugeseite zu finden ist.

Das Verletzungsbild.

Am häufigsten frakturieren beide Unterarmknochen im distalen Drittel. (Z. B. 35 mal bei 72 Fällen nach Hamilton.) Nach Garré und Borchard erfolgt der Unterarmbruch meist im mittleren Drittel. (Nach H. 31 mal bei 72 Fällen).

Ganz selten liegt die Frakturstelle im proximalen Teil des Unterarmes. (6 mal bei 72 Fällen.) Während beim direkten Vorderarmbruch der Frakturspalt beider Knochen in gleicher Höhe liegt, bricht beim indirekten der Radius in der Mitte, seiner schwächsten Stelle, die Ulna etwas tiefer. Der Radius ist bei Frakturen in ungleicher Höhe in 75% der Fälle höher als die Ulna gebrochen (Matti).

Die Art und Schwere der Fraktur ist einmal abhängig vom Alter des Verletzten. Bei Kindern und Jugendlichen sind häufig nur Infraktionen vorhanden. Der Frakturspalt ist fein und liegt subpersiostal. Das Periost ist hier noch relativ derb und schient gleichsam den Knochen. Größere Dislokationen sind eine Ausnahme, meist liegt nur eine geringe Achsenknickung vor.

Die Form des Bruches und das Verletzungsbild ist ferner abhängig von der Stärke der Gewalteinwirkung. Erhebliche Traumen führen zu Zertrümmerungsfrakturen, zu Brüchen mit starker Splitterbildung, zu komplizierten Frakturen mit schlechten Wundverhältnissen. Bei mäßiger direkter Gewalteinwirkung kommt es zu einer Abscherungs-Biegungsfraktur, der Frakturspalt verläuft quer. Bei indirekter Gewalteinwirkung sind die reinen Querbrüche vorherrschend. Selten tritt eine Torsions- oder Stauchungsfraktur auf. Hier verläuft der Bruchspalt mehr schräg oder wenig spiralig.

Die bei den diaphysären Unterarmbrüchen vorhandenen meist erheblichen Dislokationen, sind, neben der Schwere der Gewalteinwirkung größtenteils durch die Muskelverhältnisse bedingt. Hier kann man beobachten, daß die Dislokation bei stark ausgebildeter Unterarmmuskulatur erheblich, während sie bei schwacher Muskulatur nur gering ist. Schon bei normalen

Verhältnissen wird der Unterarm durch die Muskeln unter einer dauernden Längsspannung gehalten, diese und die bei der Fraktur bestehende schmerzreflektorische Muskelspannung verursachen die Dislokation ad longitudinem cum contraktione. Der Pronator quadratus, Abductor pollicis longus und der Extensor pollicis nähern die Bruchstücke des Radius denen der Ulna. Nun sind von den Muskeln des Unterarms die Beuger und die Einwärtsdreher stärker als die Strecker und Auswärtsdreher. Das ist nach Böhler der Grund dafür, daß bei der Unterarmfraktur die Hand gewöhnlich in Pronationsstellung sinkt. Die Muskulatur der radialen Seite ist ferner stärker als die der Ulnarseite. Der Radius wird daher stärker unter Spannung gehalten und mehr nach proximal gezogen. Dadurch tritt eine Verschiebung der Speiche gegenüber der Elle in Längsrichtung ein. Der Griffelfortsatz der Elle springt stark hervor. Da am oberen Radiusende nur Auswärtsdreher inserieren, stehen bei Frakturen oberhalb des Ansatzes des Pronator teres beide proximalen Bruchstücke in Supinationsstellung. Befindet sich der Bruch unterhalb der Insertionsstelle, so bleiben die Fragmente in einer Mittelstellung zwischen Pro- und Supination, während die distalen Bruchstücke immer in Pronationsstellung stehen. Liegt die Fraktur in der Mitte des Unterarmes, so ergibt sich das von Schnek gezeichnete Bild: Mittlere Beugung im Ellenbogengelenk, mittlere Drehung des proximalen Vorderarmabschnittes, starke Pronation der distalen Vorderarmhälfte, starke Verkürzung, Achsenknickung an der Bruchstelle und gegenseitige Berührung aller vier Bruchenden.

Die Prognose.

Der Endausgang einer Unterarmfraktur ist hauptsächlich abhängig von der Art und Schwere des Bruches. Starke Dislokation der Fragmente, mehrfache Brüche, Splitterbildung, große Knochendefekte, Nebenverletzungen, wie Arterienrupturen, Nerven- und Sehnenverletzungen, trüben von vornherein die Prognose. Auch das Alter und der allgemeine Zustand des Verletzten sind von maßgebender Bedeutung. Sehr entscheidend für die Prognose ist die Behandlungsart. Denn gerade bei der Unterarmfraktur können kleine Behandlungsfehler große Folgen für die künftige Funktion haben.

Wenn z. B. nur ein Knochen in stärkerer Knickstellung heilt, so kann er den anderen an den Drehbewegungen hindern. Es erfolgt ein teilweiser Ausfall der Pro- und Supination. Nach Volkmann entsteht diese Behinderung auch dann, wenn beide Knochen in nur geringer Knickstellung gegeneinander verheilt sind, und dadurch die später geschrumpfte Membrana interossea die Rotation erschwert.

Eine Einschränkung der Pro- und Supination entsteht auch bei Ausbildung eines Brückenkallus. Diese Gefahr besteht besonders dann, wenn die Fraktur beider Knochen in gleicher Höhe erfolgt ist, und die Fragmente einander genähert bleiben und so konsolidieren. Ferner kann ein sogenannter Kallus luxurians die Drehbewegung des Vorderarmes empfindlich stören.

Heilen die Fragmente derart zusammen, daß die proximalen Bruchstücke in Supinationsstellung, die distalen in Pronation stehen, so kann die Hand nur noch in einem geringen Gerade supiniert werden (König).

Komplizierte und infizierte Frakturen, bei denen zunächst die gute anatomische Stellung der Fragmente in den Hintergrund treten muß, trüben bezüglich der völligen Wiederherstellung der Funktion besonders die Prognose.

Bei der unkomplizierten Unterarmfraktur der Kinder kann man den Endausgang in jeder Hinsicht als günstig bezeichnen.

Nach 6—10 Wochen ist allgemein der subkutane Unterarmbruch bei sonst gesunden Menschen knöchern verheilt. Andere Autoren wie Gueleke gaben 3—4 Wochen an, Scheffler erhält eine durchschnittliche Konsolidierungsdauer von 26,6 Tagen. Böhler hält die Heilungszeit von 10—16 Wochen bei subkutanen Vorderarmfrakturen für noch normal. An sich braucht der Unterarmbruch längere Zeit zur Heilung als die meisten anderen Frakturen. Das ist erstens anatomisch begründet. An den Diaphysen der Unterarmknochen kann man bestimmte Abschnitte feststellen, an denen Muskelansatzflächen fehlen. Hier erfolgt schlechte Konsolidierung (E. Rehn). Denn da, wo Muskel und Sehne an die Kortikalis ansetzen, herrscht zellreiches Periost mit einer lockeren Faserschicht. Zellarme Keimzonen befinden sich aber dort, wo keine innige Vereinigung zwischen Muskulatur und Knochen vorliegt. Nur an Stellen, wo Muskelfasern ins Periost oder in die Kortikalis einstrahlen, wird eine vermehrte Muskeltätigkeit zu erhöhter Hyperaemie der Bruchstelle und größerer Kallusbildung führen. Muskel, Periost und Knochen sind eine biologische Einheit. Vorderarmbrüche in Ellenbogen- oder Handgelenksnähe heilen eher.

Ferner finden sich bei Unterarmbrüchen gehäuft reine Querfrakturen, die an sich schon längere Zeit zur Heilung brauchen als Schrägfrakturen.

Die erheblichen Dislokationen der Unterarmbrüche zwingen oft zu wiederholten Repositionsversuchen, wodurch sekundäre Gewebeschädigungen gesetzt, noch vorhandene geringe Periostbrücken zerrissen und dadurch für die Konsolidierung ungünstige Bedingungen geschaffen werden.

Der Heilungsvorgang einer Fraktur spielt sich nicht nur am Orte des Bruches ab, sondern der gesamte Organismus ist dabei beteiligt, wie man es aus verschiedenen experimentellen Versuchen feststellen konnte. Es werden aber dabei sicher keine spezifischen Reize eine Rolle spielen.

Störungen des allgemeinen physiologischen Ablaufs im Körper können die Bruchheilung hinausschieben oder gänzlich ausbleiben lassen.

Verzögerte Kallusbildung liegt dann vor, wenn nach der überdurchschnittlichen Heildauer die Bruchstelle noch beweglich ist, im Röntgenbild aber Kallusbildung nachweisbar ist.

Verzögerte Kallusbildung finden wir häufig bei Kachexie, bösartigen Tumoren, Erkrankungen des Zentralnervensystems, Tuberkulose, Rachitis und bei herabgesetzter Leistung von Thymus, Schilddrüse, Epithelkörperchen und der Hypothese, ferner bei einseitiger Ernährung und C. Vitaminmangel.

Örtlich bedingt ist die verzögerte Bruchheilung bei Weichteilinterposition, großen Haematomen, ungünstigen Bruchverhältnissen, wie große Dislokation, Zerstörung von Periost und Mark (Lexer) und ernährenden Gefäßen endlich bei später einsetzender Eiterung am Knochen.

Die Therapie der verzögerten Bruchheilung ist kausal. Oft können Verbandwechsel, aktive Bewegungen die Konsolidierung herbeiführen. Unspezifische Reize, wie Heißluft, leichte Massage, Diathermie, Eigenbluteinspritzungen in den Frakturspalt begünstigen die Kallusbildung. Nach Paul Engel wird durch Parathyreoideahormon die Kallusbildung im hohen Grade angeregt. Hantke glaubt, daß das Vitamin C für Knochenregeneration eine außerordentliche und unentbehrliche Rolle spielt.

Eden verabreicht bei verzögerter Konsolidation Natriumglykokollphosphat (Ossophyt), das mit einem in der Epiphysenlinie vorkommenden Stoff, der Phosphatase, identisch sein soll. Es wird dadurch Phosphorsäure abgespalten, die zur Anlagerung von Calcium wichtig ist.

Hoffmeister berichtet über günstige Erfolge, die die Lexer'sche Klinik mit dem eiweißfreien Extrakt aus Knochenmehl (Horoton) bei verzögerter Konsolidation hat. Es werden etwa 2 cm^3 in die Nähe des Bruchspaltes gespritzt.

A. Hildebrandt hält die verzögerte Bruchheilung besonders für eine Folge falscher Ernährung. Er fordert vitaminreiche, NaCl-freie Ernährung. Chlor verdrängt das Calcium aus den Geweben. Für Kochsalz verabreicht er daher Citrofinal.

Selbst bei fast verheilten Knochenbrüchen kann noch ein Knochenabbau an der Frakturstelle eintreten. Es kommt dann zur Ausbildung einer Pseudarthrose. Bier und Lexer, die besonders diese Vorgänge beschreiben, nannten sie schleichende Frakturen. Sie kommen besonders am Unterarm vor.

Bleibt die Kallusbildung aus, dann bildet sich eine Pseudartherose. Die Bruchstücke, die entweder völlig getrennt oder bindegewebig verbunden sind, bleiben gegeneinander beweglich. Die Markhöhlen sind an den Frakturspalten durch endostale Kallusbildung abgeschlossen. Das umliegende Bindegewebe kann den Frakturspalt überbrücken und ist dann für eine sich später bildende Nearthrose die Gelenkkapsel. Die Ursachen der Pseudarthrose sind meistens örtlich zu suchen. Interponierte Weichteile, große Knochendefekte, ausgedehnte Zerstörungen von Periost mit ernährenden Gefäßen lassen die Kallusbildung völlig ausbleiben.

Oft ist die Pseudarthrose eine Behandlungsfolge. Böhler gibt der Massage und den passiven Bewegungsübungen die Schuld. Zu lang ausgedehnte Extension mit schweren Gewichten, Knochennaht mit anschließender Eiterung führen zu Pseudarthrosen.

Am häufigsten ist die Pseudarthrosenbildung nach Vorderarmbrüchen. Sie beträgt nach Hey Groves 7,5%.

Die Pseudarthrose am Unterarm ist häufiger nur an einem Knochen als an beiden. Der eine Knochen heilt schneller und verhindert dann, daß die

Bruchstücke des anderen Knochens sich berühren. Durch eine Radiuspseudartherose ist der Unterarm schwerer geschädigt. Die grobe Kraft ist fast völlig aufgehoben. Oft führt die Pseudartherose zu Kontrakturen an der Hand, zu Knochenatrophien und Schrumpfung der Weichteile.

Die Pseudarthrose kann nur operativ mit Erfolg angegangen werden, wofür zahlreiche Verfahren angegeben wurden (Kirschner, Beck u. a.)

Lehnt der Patient die Operation ab, dann kommt eine Dauerrente in Betracht, (Sommer). Die E. M. beträgt bei Pseudarthrose beider Unterarmknochen rechts 50%, links etwa 30%, bei Pseudarthrose eines Knochens 30%—35%. (Kaufmann, Engel.)

Ein weiterer komplizierender Moment bei Unterarmfrakturen kann die ischiamische Muskelkontraktur sein, die an sich besonders bei supracondylären Humerusfrakturen auftritt. Sie ist dann eine Funktionsstörung, die die Prognose der Unterarmfraktur entschieden verschlechtert. Es können verschiedene Umstände zu ihrem Auftreten führen.

Einmal ist eine fehlerhafte Behandlung der Fraktur der Grund. Es ist besonders der hier und da noch immer angewandte zirkuläre Gipsverband, der Zirkulationsstörungen hervorruft und dadurch das Entstehen einer ischiamischen Muskelkontraktur begünstigt.

Zirkulationsstörungen können ferner durch die Art der Fraktur und ihrer Nebenverletzungen bedingt sein.

1. Wenn eine wichtige Arterie verletzt ist.
2. Wenn ein Fragment oder ein großes Haematon benachbarte Gefäße komparmiert.
3. Nach Bardenheuer treten bei Frakturen oft Intimarupturen der Arterien auf mit nachfolgenden örtlichen Arterienthrombosen.

Nach K. H. Bauer und Lexer ist eine wesentliche Voraussetzung für die Entstehung einer ischiam. Muskelkontraktur das jugendliche Alter. Lexer führt dies zurück auf eine an und für sich schon geringere Blutversorgung der kindlichen Unterarmmuskulatur gegenüber der des Erwachsenen.

Ist die ischiamische Muskelkontraktur nicht gleich erkannt worden, dann geht sie über in die ischiamische Lähmung. Sie ist irreparabel, da sich eine schwielige Umwandlung der Muskulatur im kontrahierten Zustand ausgebildet hat.

Nur im akuten Stadium ist ein therapeutischer Eingriff erfolgversprechend. Aetioligisch werden Haematome ausgeräumt, Gefäßnaht angelegt, der Verband abgenommen. Oft führen Entspannungsschnitte durch die Fascien, wie sie Bardenheuer angibt, zum Abklingen der Kontraktur. Bei völlig ausgebildeter ischiamischer Lähmung kann nur operativ durch Sehnenplastik im Sinne einer Verlängerung der Sehne oder einer Kürzung der Knochen die schwere Funktionsstörung einigermaßen behoben werden.

Auch nach guter Reposition und Anlegung eines Gipsverbandes kann es, und dies geschieht gerade beim Unterarmbruch häufig, zu einer sekundären

Verschiebung des distalen Radiusfragmentes kommen. Diese Dislokation ist auf die Muskelwirkung zurückzuführen. Die radialen langen Hand- und Fingermuskeln, besonders der M. abductor pollicis longus, der sich distal um den Radius schlingt, nähern die Speiche der Elle. Ferner wird der Radius von der Muskulatur des Unterarms noch unter starker Längsspannung gehalten. Die Achsenknickung führt zu einer Verkürzung der Speiche. Infolgedessen gleitet die distale Radiusgelenkfläche radial und z. T. volar ab. Dadurch entsteht die Subluxationsstellung im distalen Radioulnargelenk, die sog. traumatische Madelung'sche Deformität.

Außerlich erkennt man sie am Hervortreten des Ellengriffels unter der Haut, die Hand ist radial adduziert. Dadurch wird das Lig. collaterale ulnae dauernd gespannt und verursacht starke Schmerzen, die oft verkannt und als rheumatische Schmerzen behandelt werden.

Die Subluxatio radio-ulnaris bedeutet für die Unterarmfraktur einen ungünstigen Ausgang. Die Inkongruenz der Gelenkflächen führt zu arthrotischen Veränderungen mit starken Schmerzen und zu einer Kontraktur des M. pronator quadratus. Die Folge für den davon Betroffenen ist eine dauernd verminderte Kraft in der Hand und eine Einschränkung seiner Arbeitsfähigkeit.

Wichtig ist es deshalb, durch häufige Röntgenkontrolle die Subluxatio-radioulnaris rechtzeitig zu erkennen.

Besteht die Gefahr einer sekundären Verschiebung, dann muß der Verband erneuert werden mit eventuellem Einlegen eines volaren und dorsalen Stäbchens in den Knochenzwischenraum. Bei ausgebildeter traumat. Madelung'scher Deformität hilft nur noch eine Operation. (Kürzung der Ulna.)

Die konservative Behandlung.

Bevor irgend ein therapeutischer Eingriff bei der Unterarmfraktur stattfindet, muß man durch genaue Inspektion der befallenen Extremität und des ganzen Verletzten sich ein Bild machen über die Schwere der Verletzung. Einen genauen Aufschluß über die Fraktur geben die Röntgenaufnahmen, die in zwei zueinander senkrechten Ebenen gemacht werden müssen. Obwohl die Frakturstelle ganz gut auf einem kleinen Filmformat abgebildet werden kann, ist es beim Vorderarmbruch unbedingt notwendig größere Übersichtsbilder anzufertigen, die neben der Fraktur auch das Hand- und Ellenbogengelenk zur Darstellung bringen. Erst dann kann man die Fragmentstellung einwandfrei kontrollieren und übersieht nicht etwa vorhandene Verschiebungen in den Gelenken. Bei der Reposition soll das Röntgenbild stets zur Hand sein.

Die oft bestehenden erheblichen Dislokationen beim Unterarmbruch schaden der Lymph- und Blutzirkulierung, setzen dadurch die Vitalität der Gewebe herab, und müssen daher sofort beseitigt werden. Die Reposition muß gerade entsprechend dem oben Dargestellten beim Unterarmbruch

sorgfältig gemacht werden, und man muß darauf bedacht sein, die Fragmente so zu stellen, daß die normalen anatomischen Verhältnisse annähernd erreicht werden. Denn wir haben gesehen, daß schon geringe Abweichungen von der anatomischen Lage der Knochen großen Funktionsausfall zur Folge haben. Die Reposition kann nur gelingen, wenn die wichtigste Voraussetzung erfüllt ist, nämlich die völlige Ausschaltung von Schmerzempfindung und Muskelspannung. Nach K. H. Bauer wird dies nur durch tiefe Narkose vollkommen erreicht. Ebenso für allgemeine Narkose setzt sich Magnus ein, besonders auch, um die Schwerverletzten psychisch zu schonen.

Die örtliche Betäubung zur Einrichtung von Brüchen, angeblich zuerst von Conway (1885) angewandt, wird jetzt häufig empfohlen. (Schnek, Böhler, Payer.) Böhler empfiehlt bei schweren Vorderarmbrüchen die Plexusanaesthesie nach Kulenkampf und die Lokalanaesthesie, seltener die Allgemeinnarkose. C. O. Rice spritzt etwa 2,5 ccm proximal der Bruchstellen von zwei dorsalen und lateralen Einstichpunkten aus 15—60 cm^3 einer 2%igen Novokainlösung ohne Adrenalinzusatz, das nur tonussteigernd wirkt, direkt an Radius und Ulna. Schnek und Böhler spritzen die Novokainlösung an das Haematon des Bruchspaltes, wobei die Anaesthesie schon während des Spritzens eintritt. Die Anaesthesie hält etwa zwei Stunden an. Man kann nach Anfertigung des Kontrollbildes noch Stellungskorrekturen vornehmen und spart durch die Lokalanaesthesie Hilfskräfte ein.

Nach Payer wird mittels Durchspritzung der Muskeln mit ½—1% Novokainlösung ohne Adrenalinzusatz der Hypertonus der Muskeln besser als durch tiefste Narkose beseitigt. An Nebenerscheinungen, die durch Lokalanaesthesie bei der Reposition auftraten, sah Gold nur hier und da stärkere Blasenbildung an der Haut und einmal eine geringe Hautnekrose.

Nach Adolf Lorenz gelingt die Reposition am leichtesten, wenn man das periphere Fragment in die Richtung des zentralen bringt. Bei der Reposition soll der Patient flach liegen. Der erste bis vierte Finger werden mit Mastisol bestrichen und darauf der zweite bis vierte Finger zusammen und der Daumen für sich mit einer Mullbinde umwickelt. Dadurch hat man beim manuellen Zug einen besseren Halt. Der gebrochene Arm wird in dem Ellenbogen rechtwinkelig gebeugt und der Vorderarm je nach der Lage der Fraktur in Mittelstellung oder in Supinationsstellung gebracht.

Mit der einen Hand wird nun am zweiten und vierten Finger und mit der anderen Hand allein am Daumen langsam und kräftig gezogen. Der Gegenzug setzt oberhalb des rechtwinklig gebeugten Ellenbogens am Oberarm an. Er wird ebenfalls manuell ausgeführt oder durch eine um den Oberarm gelegte Gurte, die an einem Haken an der Wand befestigt ist. Wenn der Zug etwa 10 Minuten lang, kräftig und gleichmäßig anhält, so kann man jede Längsverschiebung ausgleichen. Um die Subluxation im distalen Radioulnargelenk zu beseitigen, muß der Zug am Daumen noch intensiver als an den Fingern sein. Die Membrana interossea wird dadurch entfaltet, daß man dorsal und auch volar die Finger in den Knochenzwischenraum preßt.

Knickungen mit nach volar oder dorsal offenen Winkel, wie sie ja besonders bei Infraktionen bei Kindern vorkommen, lassen sich gut aus-

gleichen, wenn man den Unterarm über das Knie legt und ihn wie einen Stock wieder gerade biegt.

Hat man die Fraktur eingerichtet, so kommt erst jetzt die Hauptschwierigkeit bei der Behandlung der diaphysären Unterarmbrüche, die Retention, d. h. die eingerichtete Fraktur in der Lage zu halten, und bis zur Konsolidierung zu fixieren. Gerade beim Unterarm führen die komplizierten Muskeleinwirkungen leicht zur erneuten Verschiebung der Fraktur.

Man muß deshalb die Muskeleinflüsse nach Möglichkeit ausschalten. Dies erreicht man zunächst, indem der Bruch in Entspannungslage der Muskulatur fixiert wird. Die Muskeln sind entspannt, wenn der Arm im Ellenbogengelenk rechtwinkelig gebeugt ist. Ferner müssen Achsenverdrehungen der Fragmente verhindert werden. Liegt der Knochenbruch oberhalb des Ansatzes des Muskulus pronator teres, so wird von der Mehrzahl der Autoren der Arm in extremer Supinationsstellung fixiert. Eiselsberg empfiehlt jedoch in diesem Falle mäßige Supinationsstellung oder besser die Mittelstellung, denn der Muskulus pronator teres ist nicht nur Pronator, sondern für das proximale Radiusdrittel auch Flexor. Der Muskel würde also bei extremer Supination das proximale Radiusfragment flektieren. Brüche unterhalb der Insertionsstelle dieses Muskels werden durchweg in Mittelstellung fixiert. Bei dieser Lage sind Radius und Ulna am weitesten voneinander entfernt, was die Gewähr für eine völlige Entfaltung der Membrana interossea bietet. Ferner heben Böhler, Ritschel und Payer hervor, daß bei Mittelstellung die Gebrauchsfähigkeit der Hand bei etwa eintretendem Brückenkallus besser ist als bei starker Supination. Im allgemeinen wird heute die diaphysäre Unterarmfraktur, nach guter Reposition, durch die dorsale Gipsschiene fixiert. Andere Autoren legen eine dorsale und eine volare Schiene an. Die Gipsschiene muß genügend breit und so lang sein, daß sie das Ellenbogen- und Handgelenk ruhig stellt. Böhler legt neben der dorsalen Gipsschiene, die von den Fingergrundgelenken bis etwa in die Mitte des Oberarmes reicht, noch eine volare kürzere Gipsschiene an. Auf die Gipsschienen wird dorsal und volar ein rundes Holzstückchen gepreßt, und dann der Verband durch Mullbinden fest angewickelt. Borchard empfiehlt die sogenannte Methode des offenen Gipsverbandes. Zuerst wird ein zirkulärer Gipsverband angelegt, der auch technisch leichter angefertigt werden kann. Dann schneidet man lateral und medial einen breiten Gipsstreifen heraus. So erhält man zwei Gipsschalen, die ebenfalls durch Mullbinden angewickelt werden. Bei der Behandlung der Unterarmfraktur wird jetzt fast überall nur der ungepolsterte Gipsverband angewandt. Er garantiert eine bessere Ruhigstellung als der gepolsterte Verband. Denn die Polsterung erlaubt nach dem Abschwellen des Unterarmes noch ausgiebige Bewegungen. Durch die völlige Ruhigstellung jedoch und den festanliegenden Verband wird wiederum eine starke Anschwellung verhindert und obendrein die Aufsaugung des Blutergusses gefördert. Den ungepolsterten Verband kann man an die hervorstehenden Knochenpunkte wie Griffelfortsätze, Ellenbogen und an die Humeruskondylen gut anmodellieren, wodurch eine Distraktion der Fragmente erreicht wird.

Bei starken Blutergüssen ist es sehr vorteilhaft das Frakturhaematon fortzustreichen, bevor der Gipsverband angelegt wird.

Der zirkuläre Gipsverband wird jetzt im allgemeinen nicht mehr angewandt. Um Zirkulationsstörungen zu vermeiden, ist es gut, den Arm in den ersten Tagen auf eine Abduktionsschiene zu legen. Treten trotzdem Schwellung und Kühle an den Fingern auf, so muß der Verband etwas gelockert werden.

Extensionsbehandlung.

Die Extension wurde in Deutschland besonders von Bruns, Volkmann und von Bardenheuer als prinzipielle Behandlung ausgebaut. Bardenheuer's Heftpflasterextensionen, die in Längs-, Quer- und Rotationszügen mit Gegenzügen angeordnet an den Weichteilen ansetzen, sind gut, jedoch heute weniger im Gebrauch. In neuerer Zeit wird mehr die Extension, die direkt am Knochen angreift, bevorzugt.

Das ältere Verfahren ist die sogenannte Steinmann'sche Nagelextension, die nur ganz bestimmte Anwendungsgebiete hat. (Steinmann-Codivillas). Heute wird die Extension nur mit dem dünnen rostfreien Stahldraht angelegt, der mit dem Herzberg'schen Drahtspannbügel gespannt wird. (Kirschner, Borchard.) Der Zug greift einmal am distalen Ende des Unterarms allein an. (J. Becker.) Der Draht wird durch Radius und Ulna getrieben. Er darf nicht das Handgelenk, und bei Jugendlichen nicht die Epiphysenlinie berühren oder passieren. Nach der Bohrung muß ein Röntgenkontrollbild angefertigt werden, das einem Aufschluß gibt, ob der Draht genau durch Elle und Speiche geht. Ferner wird die Drahtextension noch so angelegt, daß neben den distal durch Elle und Speiche gebohrten Draht noch einer durch die Elle am proximalen Unterarmabschnitt gelegt wird, wo dann der Gegenzug angreift.

Die Drahtextension gibt allein und auch besonders mit Gipsverbänden und Gipsschienen kombiniert sehr gute Resultate.

Die Infektionsgefahr durch den Draht ist heute gleich Null, wenn Vorkehrungen getroffen sind, daß der Draht sich nicht hin und her schieben kann. Ein- und Austrittsöffnung des Drahtes werden mit Jod bepinselt und mit Gaze und Mastisol abgedeckt. Nur eine Gefahr besteht bei der Extensionsbehandlung nämlich, daß die Bruchstücke zu sehr auseinandergezogen werden, wodurch die Heilung verzögert oder sogar eine Pseudarthrose entstehen kann. Röntgenkontrollen und bei zu starker Dehnung Verminderung der Gewichte können dieser Gefahr vorbeugen.

Die Extension mit genügender Belastung führt langsam den Ausgleich der Verschiebungen und Knickungen der Fragmente herbei. Sind die Fragmente miteinander in Berührung, so schieben sich auch keine Weichteile mehr dazwischen. Die genaue Anpassung vermindert auch zu große spätere Kallusbildung. Ferner wird der Reiz der Fragmentreibung ausgeschaltet, die Exsudation wird aufgehalten und der Bluterguß leichter resorbiert.

Die Extension erleichtert die Zirkulation des Blutes und der Lymphe. Die Ernährung der Gewebe wird dadurch gefördert und eine Ankylosierung von Gelenken vermieden. Diese Vorteile der Extension sind heute mehr und mehr bekannt, so daß die Drahtextension gerade beim diaphysären Unterarmbruch sehr häufig angewandt wird, wenn andere Repositionsversuche gescheitert sind. Im allgemeinen wird der Unterarm so lange extendiert, bis die gewünschte Stellung der Fragmente erreicht ist und die Stellung eine gewisse Festigkeit zeigt. Erst dann wird ein Gipsverband angelegt. (Borchard.)

Die operative Behandlung.

Die ersten operativen Eingriffe zur Einrichtung einer Fraktur wurden etwa um das Jahr 1840 von Malgaigne, Dieffenbach und Langenbeck ausgeführt. Im Jahre 1877 gab Lester die Patellarnaht an. Zehn Jahre später empfahl Bircher die Anwendung des Elfenbeinstiftes außer für Pseudarthrosen auch für Frakturen, die zu starker Dislokation neigen. Jedoch wurden frische subkutane Brüche bis dahin noch nicht operiert. Auf dem Chirurgenkongreß im Jahre 1892 stellte Pfeil-Schneider einige Fälle mit genähten Diaphysenbrüchen vor und empfahl allgemein die operative Stellung auch von geschlossenen Brüchen. Ebenfalls befürworteten im Jahre 1894 Sir Arbuthnot Lane und Lambotte die blutige Stellung der Frakturen und wiesen gleichzeitig auf die hervorragenden Erfolge dieser Methode hin.

In Deutschland stand man der operativen Bruchbehandlung aber immer ablehnend oder mehr zurückhaltend gegenüber. Im Jahre 1902 setzten sich Kocher, Fr. König, Körte und Schede für die blutige Stellung schwer reponibler Frakturen ein. Im Jahre 1914 erschien die Arbeit von Fritz König: „Die blutige Reposition bei frischen subkutanen Knochenbrüchen." Seit dieser Zeit wird nun auch in Deutschland die operative Bruchbehandlung mehr berücksichtigt.

Jedoch kann man heute nicht sagen, daß der Streit über die operative Bruchbehandlung beendet wäre. Immer noch stehen die Operationsfreudigen den Anhängern der rein konservativen Behandlung gegenüber. Böhler erklärt: „Die grundsätzlich operative Einrichtung, der Knochenbrüche für die verhängnisvollste Neuerung."

Die Gefahren der operativen Knochenbruchbehandlung werden von den Anhängern der konservativen Methoden ausführlich erörtert. Es sind dies hauptsächlich die Infektion, die Ostitis und Fistelbildung, die Schädigung der Callusbildung, die verzögerte Bruchheilung und die Entstehung von Pseudarthrosen.

Nach König ist heute die Infektionsgefahr bei der blutigen Frakturstellung auch bei Benutzung von Fremdkörpern nicht größer als die bei jeder anderen aseptischen Operation.

Jedoch hat Tavel an Hand von Untersuchungen gezeigt, daß eine bestimmte Bakterienmenge eine Infektion hervorrufen kann, wenn gleichzeitig ein Fremdkörper implantiert ist, daß aber bei Abwesenheit eines solchen der Körper mit der gleichen Bakterienmenge fertig wird.

Der Ostitis mit Fistelbildung kann nur durch peinlichste Asepsis vorgebeugt werden.

Experimentelle Untersuchungen haben eindeutig erwiesen, daß die blutig gestellten Frakturen eine längere Konsolidierungszeit haben, obwohl dies König an Hand seines eigenen Materials durchaus verneint.

Ebenfalls kommen Pseudarthrosen nach Osteosynthesen mit Fremdkörperversenkung öfter vor, als bei der konservativen Methode.

Im allgemeinen betonen die Autoren, daß man einen geschlossenen Bruch erst dann operativ angehen soll, wenn alle konservativen Mittel nicht zum Ziele führen.

Aus den Statistiken der großen Krankenhäuser kann man ersehen, daß jetzt überall fast gleich häufig operativ behandelt wird. In der Klinik von Eiselsberg wurden von 1412 Knochenbrüchen 77, das sind 5,4%, operiert, Wollmer erhält den gleichen Prozentsatz. Hansen gibt aus dem Krankenhaus Bergmannsheil 2,9% an, wobei die Vorderarmbrüche den Hauptanteil ausmachen.

H. Nikolaus hat eine Operationshäufigkeit von 5,5%—12,9%. Auch hier sind von 257 Brüchen am Unterarm 51 operativ gestellt worden. Auch Borchard sagt, daß er gerade bei Vorderarmbrüchen verhältnismäßig oft operierte. Die Ergebnisse der blutig gestellten Frakturen werden überall als günstig bezeichnet.

Da aber die operative Behandlung der Knochenbrüche auch in den guten Kliniken und bei bester Technik, wenn auch heute im ganz geringen Prozentsatz, zu Komplikationen führen kann, so darf man die blutige Stellung nur unter strenger Indikation ausführen.

Eine blutige Stellung des Vorderarmbruches soll ausgeführt werden:

1. Wenn gründliche Repositionsversuche nicht zum Ziel geführt haben.
2. Wenn nach der Reposition die Bruchstücke im Gipsverband sich so genähert haben, daß wahrscheinlich das verkürzte Ligamentum interosseum verknöchern und ein Brückenkallus entstehen könnte.
3. Die operative Frakturbehandlung ist unbedingt indiziert, wenn man den Verdacht hat, daß schwere Gefäß- und Nervenverletzungen vorliegen.

Als günstigste Zeit für die operative Stellung der Unterarmfraktur wird allgemein der 9.—16. Tag angegeben, denn während dieser Zeit beginnt das Periost seine regenerative Tätigkeit. Manche Autoren unternehmen

den Eingriff nicht vor der 4.—6. Woche, denn jetzt ist der Höhepunkt der Bruchhyperaemie sowohl des Periosts wie der Markgefäße erreicht, was wiederum ein subperiostales Operieren ermöglicht. Aber auch die frühzeitige Operation etwa einige Stunden nach dem Unfall, wird in der Literatur propagiert. Der frühzeitige Eingriff stört nicht die regenerative Tätigkeit, ferner werden dadurch Zirkulationsstörungen und Gewebsschädigungen, die durch stark dislozierte Bruchstücke hervorgerufen werden können, verhindert. Endlich gelingt die Reposition bei frischen Frakturen wesentlich leichter. Die einzige Gefahr, die bei der Frühoperation besteht, ist die größere Infektionsempfänglichkeit, da das Gewebe durch das Bruchhaematon, durch die zerrissenen Gefäße und durch die beginnende Nekrose geschädigt ist.

All die vorher genannten Komplikationen, die nach einer blutigen Stellung der Fraktur auftreten können, haben jedoch diese Behandlungsart nicht in Mißkredit gebracht. Denn man hat immer wieder versucht, die operative Behandlung zu verbessern. Durch Ausarbeitung neuer Methoden, durch experimentelle Versuche mit verschiedenen Fremdkörpern und Nahtmaterial, mit denen man die Frakturenden fixierte, besonders jedoch durch Erzielung besserer Ergebnisse hat sich die operative Bruchbehandlung bei strenger Indikationsstellung heute eine gesicherte Position in der allgemeinen Knochenbruchbehandlung erobert.

Die Operation wird in tiefer Narkose und unter strengsten aseptischen Kautelen ausgeführt. Lexer empfiehlt zur Freilegung der Fraktur, daß der Schnitt möglichst glatt bis auf den Knochen geführt wird, ohne Ablösung des Periosts von den Weichteilen. Dies läßt sich bei der Freilegung der Ulna durch einen Schnitt an ihrer Kante leicht machen. Die Freilegung des Radius jedoch ist wesentlich schwieriger. Die Speiche wird von der Streckseite angegangen. In der Schaftmitte ist sie leicht zwischen dem Muskulus extensor carpi radialis brevis und dem Muskulus extensor digitorum zu erreichen. Im proximalen Abschnitt kommt man auf den Muskulus supinator, unter dem der tiefe Ast des Nervus radialis liegt. Ebenso vorsichtig muß distal vorgegangen werden; denn hier verlaufen der Musc. abductor pollicis longus und der Musc. Extensor pollicis brevis schräg zur Schnittrichtung. Die müssen seitlich abgezogen werden.

Nach Beendigung einer Osteosynthese spült Borchard wegen der erhöhten Infektionsbereitschaft des Gewebes die Wunde gründlich mit Rivanollösung. Von besonderer Wichtigkeit ist es nach der blutigen Stellung, die ganze Extremität durch eine Gipsschiene ruhig zu stellen. Schon geringe Lageveränderungen können das Aufflackern einer Infektion begünstigen. Wiederholte Röntgenkontrollbilder sind unbedingt erforderlich. Die einfachste Form der blutigen Knochenvereinigung ist die Verzahnung; sie wird dort, wo sie durchführbar ist, von allen als Idealverfahren angesehen. Die Verzahnung wird besonders bei querzackigen Bruchflächen anwendbar sein, wobei man die Fragmente nach eventueller vorheriger Anfrischung mit dem Langenbeck'schen Knochenhaken einrichtet. Gelingt dies nicht, so müssen andere Methoden angewandt werden.

Am gebräuchlichsten sind:

1. die Knochennaht,
2. die Knochennagelung
3. die Knochenumschlingung
4. die innere und die äußere Knochenschienung.

Alle diese Methoden sind, was die Anwendung und die Zweckmäßigkeit betrifft, heiß umstritten.

Die Knochennaht ist bei dem diaphysären Unterarmbruch unzweckmäßig, und sie wird auch von den meisten Autoren und besonders von Lexer abgelehnt. Bei der Anlegung der Bohrlöcher für den Draht schädigt man das Periost, Endost und das Knochenwerk. Die einfache Knochennaht stellt hier die Fraktur nicht absolut fest, man kann dann den Draht nicht so stark anziehen. Ferner vergrößern sich nach kurzer Zeit die Bohrlöcher durch die entstehende Knochenatrophie. Somit bleibt der Frakturspalt weiterhin bestehen, Bindegewebe wächst hinein, und die Entstehung einer Pseudarthrose ist unausbleiblich. Ebenso wenig ist die Knochennagelung bei Unterarmbrüchen angebracht.

Die Knochenumschlingung kann man besonders bei den diaphysären Schrägbrüchen am Unterarm anwenden. Der Draht aus rotsfreiem Kruppstahl, wird subperiostal um den Knochen herumgeführt und nach guter Stellung der Fraktur fest angezogen und 2—3 mal mit der Kirschner'schen Zange gedreht. Manche Autoren verwenden hier statt des Drahtes die Metallbänder nach Parham. König und Kirschner lehnen sie jedoch ab, da zuviel Fremdkörpermaterial hineingelangt und man ferner dabei Entstehung von Nekrosen beobachtet hat.

Die Knochenschienung wird man dann anwenden, wenn durch die einfachen Verfahren die Fraktur nicht festgestellt werden kann, was besonders bei glatten Querbrüchen und bei Defektbrüchen der Fall ist. Die Knochenschienung mit körperfremden Material wird nur dort erfolgversprechend sein, wo ausgezeichnete Bruchverhältnisse vorhanden sind, d. h. also bei guterhaltenem Periost, bei regenerationsfähigen Stümpfen. Die Fremdkörperschiene, die sogenannte Lane'sche Platte, besteht ebenfalls aus rostfreiem Kruppstahl. Sie wird durch Schrauben an dem Knochen festgehalten. Die Schiene muß subperiostal gelagert werden, da sonst das Periost leicht durch den Druck der Platte zerstört wird, wodurch die Callusbildung ausbleibt. Der Nachteil bei der Anwendung der Lane'schen Platte besteht darin, daß sich hier und da um die Schrauben eine abnorme Knochenatrophie entwickelt, wodurch diese gelockert werden. Die Platte sitzt dann dem Knochen nicht mehr fest auf. Ferner kommt es vor, daß sich an der der Platte gegenüberliegenden Seite der Kallus mächtiger entwickelt. Wenn später der Kallus schrumpft, entstehen Verbiegungen.

Deshalb ist es günstiger, die äußere Knochenschienung mit körpereigenem Material vorzunehmen. Sie ist auch bei Defektbrüchen die Methode der Wahl. Die Schiene ist hier ein Kortikalisstück, an dem noch Periost vorhanden sein soll. Der Knochenspan wird seitlich angelagert und durch etwa 4 Drahtringe fixiert. Die Schiene sollt mit gut ernährten Weichteilen innig umgeben sein.

Bei der inneren Schienung wird, gleich welches Material man dazu verwendet, das Markgewebe außerordentlich geschädigt. Die Heilung der Fraktur ist hier lediglich auf das Periost angewiesen. Diese Methode kann also nur in solchen Fällen angewandt werden, wo das Periost gut erhalten ist. Bei großen Periostdefekten führt diese Methode unweigerlich zur Pseudarthrose, da nämlich auch das durch die Bolzung zerstörte Markgewebe kein osteoides Keimgewebe bilden kann.

Ferner kann man die innere Schienung nur dann mit Erfolg anwenden, wenn bei Ulna und Radius der Markkanal im Querschnitt nicht sehr klein ist, damit ein genügend starker Bolzen eingeführt werden kann. Von heteroplastischem Material werden vornehmlich Elfenbein, Horn und Ochsenknochen verwendet.

Gebraucht man autoplastisches Material, so muß das Transplantat periostlos sein, damit das Periost nicht das Endost im Markkanal zerstört. Das autoplastische Knochenstück kann lebend umgebaut werden und organisch mit dem umgebenen Knochen zusammenwachsen. Bei Defektfrakturen kann das autoplastische periostbekleidete Knochenstück durch eine regenerative Kraft den Defekt funktionell überbrücken. Auch hier müssen die beiden in den Markhöhlen steckenden Enden periostlos sein.

Wir sehen, daß zahlreiche Operationsmethoden dem Chirurgen zur Verfügung stehen. Jede hat ihren Vorteil, aber auch ihren Nachteil. Man darf sich aber nie nur eine Methode aneignen und mit dieser sozusagen als „Methode der Wahl" den Knochenbruch blutig stellen. Gerade bei der Unterarmfraktur wird das Operationsfeld, d. h. die Art und Schwere des Bruches, die Periost- und Weichteilverhältnisse zu einer bestimmten Methode zwingen.

Eine der wichtigsten Streitfragen in der operativen Frakturbehandlung ist die über die Anwendung des Materials. Viele Chirurgen haben sehr gute Ergebnisse bei der Versenkung von Fremdkörpern erzielt. (Lambotte, Lane, König.) Andere jedoch sind sehr vorsichtig mit ihrer Anwendung.

Auf dem Kongreß für Unfallheilkunde in Amsterdam im Jahre 1925 war das Hauptthema: „Versenkung von Fremdkörpern in der Nähe von Frakturen." Das Ergebnis war, daß der Gebrauch von Fremdkörpern in der operativen Frakturbehandlung abgelehnt wurde, beziehungsweise Fremdkörpermaterial nur in geringem Maße anzuwenden sei. Von den Fremdkörpern heilt Kruppstahl histologisch am reizlosesten ein.

Die Versenkung größerer Fremdkörper ist grundsätzlich abzulehnen. Bei Kindern soll man Fremdkörpermaterial überhaupt nicht anwenden. Fick beobachtete in einem Falle sogar Wachstumsstörungen.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die operative Frakturbehandlung und dies besonders bei dem diaphysären Unterarmbruch öfter notwendig ist. Die oben erwähnten Gefahren und Knochenschädigungen bei der blutigen Stellung einer Fraktur werden heute auf ein Minimum herabgedrückt durch peinlichste Asepsis, durch feste Verankerung des Fremdkörpermaterials, falls es angewandt wurde, durch absolute Feststellung der Fraktur bis zur Konsolidierung durch sparsamste Verwendung von geeignetem Material.

Die Behandlung der komplizierten Fraktur.

Von einer offenen oder komplizierten Fraktur kann man nur dann sprechen, wenn sich eine Wunde nachweisen läßt, die bis in den Frakturspalt reicht. Zu diesen Frakturen zählen auch alle Schußbrüche. Ist die Weichteilwunde tief, jedoch nicht mit dem Bruchspalt kommunizierend, so liegt eine Fraktur mit einer accidentellen Wunde vor.

In jedem Fall ist eine komplizierte Fraktur nicht ernst genug zu nehmen. Jede offene Fraktur ist als infiziert anzusehen, und es ist zunächst alles daran zu setzen, die Infektion und ihre Folgen herabzumindern bzw. ganz zu beseitigen. Erst dann soll man die Fraktur selbst angehen.

Wie groß die Infektionsgefahr ist, ersieht man deutlich aus Zusammenstellungen der vorantiseptischen Zeit.

So erhält R. Volkmann 1872 aus einem Material von deutschen und englischen Hospitälern das Ergebnis, daß von 1025 komplizierten Frakturen etwa 38,5 -60% starben. Andere Statistiken gaben 40% Sterblichkeit an.

Ein Umschwung in den bis dahin schlechten Erfolgen trat ein, als man aktiv chirurgisch die Wunde der komplizierten Fraktur versorgte. 1872 empfahl Trendelenburg die Wunde nur durch Verband zu versorgen. Schon 1877 berichtet Volkmann von 75 offenen Frakturen, die er alle ohne primäre Amputation am Leben erhalten konnte. P. v. Bruns (1886) starben von 254 offenen Frakturen 23 = 9%.

Nur wenige Autoren äußern heute noch die Ansicht, daß, solange eine Infektion nicht manifest ist, man Asepsis annehmen und danach handeln soll. Also jede eingreifende Manipulation soll vermieden werden, um nicht etwa sekundäre Gewebeschädigungen zu setzen.

Andere Autoren jedoch (König, Helferich, Magnus, Bonn) propagieren aktives Vorgehen, wie Excision der Wundränder, Eröffnung von Taschen, Entfernung von Splittern und Fremdkörpern, Drainage.

Die gründliche Revision der Weichteile und der Knochenwunde ist jetzt allgemein üblich. (König) Sie fußt auf den Untersuchungen P. L. Friedrichs.

In neuerer Zeit werden nach der Friedrich'schen Wundanfrischung bei offenen Frakturen die Weichteile durch Naht verschlossen und die Haut darüber genäht, eventuell mit großen Entspannungsnähten (Bonn). Liegt Muskulatur zwischen Haut und Fraktur, dann ist der Wundverschluß nicht so sehr wichtig. Bei schlechten Wundverhältnissen wird man die Wunde besser nicht hermetisch abschließen, sondern nach Volkmann vorgehen und gut drainieren. Zur guten Wundbehandlung gehört als wichtigstes Moment der ruhigstellende Verband. Einig ist man sich darüber, daß bei einem komplizierten Unterarmbruch das Wichtigste die Wundversorgung und die Heilung ist.

Differenzen bestehen nur darüber, ob gleichzeitig die Fraktur als solche angegangen werden soll oder nicht.

Ist die Infektion manifest, so wird natürlich zuerst diese behandelt. Fraktur und Stellung der Bruchstücke sind dann gleichgültig.

Besteht aber keine erkennbare Infektion, so wäre es das Ideale, gleich nach der Wundversorgung in offener Wunde die Fraktur zu stellen. Für sofortige operative Fixierung treten u. a. König, Scheffler ein. Diese geschah zunächst durch einfache Verzahnung. Später ging man jedoch zur Osteosynthese mit Draht, Platten, Schrauben über.

Dieses Vorgehen wird von manchen verworfen, da es gerade dann zu einer Infektion kommen soll.

Andere jedoch fixieren den Bruch operativ, damit durch Lageveränderungen keine Infektion aufflackert. Eingepflanzte Fremdkörper müssen jedoch oft nach einiger Zeit wieder entfernt werden, da sie Eiterungen hervorrufen und unterhalten.

Der Knochenfeststeller nach Lambotte soll diese Gefahr verringern. Hier befindet sich die fixierende Schiene außerhalb des Gliedes und mit ihren in den Knochensaft eingebrohrten, später zu entfernenden Schrauben wird die Einrichtung des Knochenbruches gesichert. (König, Seiffert, Beuthen.)

Durch operative Stellung wird besonders der Pseudarthrosenentstehung vorgebeugt, die nach Bauer gerade bei komplizierten Frakturen gehäuft auftritt. Nach F. Langenskiöld bis zu 12,5%.

Ist bei einer komplizierten Fraktur die Stellungskorrektur operativ, durch Reposition oder durch Drahtextension nicht gleich gemacht worden, so muß man mit der Brucheinrichtung warten bis man sich mit Sicherheit sagen kann, daß keine Infektion vorliegt, bzw. daß sie abgeklungen ist. Magnus glaubt, daß eine fieberfreie Woche als Wartezeit genüge, Bauer fordert längere Zeit, ja bis 6 Monate.

Bei ausgedehnten Zermalmungen schwer ausgedehnter Weichteilquetschungen soll man unbedingt die Amputation im gesunden Gewebe vornehmen.

Auftretende Phlegmonen nach kompl. Unterarmbrüchen müssen durch ausgedehnte Spaltungen angegangen werden. Bei Nekrose oder Gangrän des Unterarms mit Sepsisgefahr kann nur noch Amputation helfen.

Die funktionelle Behandlung.

Es gibt eine große Zahl von Abhandlungen über die funktionelle Knochenbruchbehandlung. Begrifflich hat man sich noch nicht geeinigt, was man darunter zu verstehen hat. Fast jeder Autor gibt eine eigene Definition der funktionellen Knochenbruchbehandlung. Oft erheben entgegengesetzte Behandlungsmethoden den Anspruch auf die Bezeichnung funktionell. Ganz allgemein kann man sagen, daß bei der funktionellen Knochenbruchbehandlung die Funktion des verletzten Gliedes in den Vordergrund der Behandlung gestellt wird.

Lucas Championière, einer der Hauptverfechter dieser Methode, lehnt die üblichen Fixationsmethoden ab. Mit dem Ausspruch: „Bewegung ist das Leben — Le mouvement c'est la vie" tritt er für sofortige mobilisierende

Behandlung vom ersten Tage an ein. Ohne genaue Einrichtung oder sogar unter völligem Verzicht auf eine solche werden mit Massage und passiven Bewegungen angeblich gute Resultate erzielt. Marbaix legt neben Massage und passiven Bewegungen noch besonderen Wert auf selbständige Übungen und bezeichnet seine Methode: „Methode Lucas Championière renforcée." Bei den diaphysären Vorderarmbrüchen wird der Verletzte gleich frisch massiert. Mit der einen Hand wird das Glied extendiert und dadurch die Bruchstelle fixiert, die andere Hand führt kräftige Streich- und Knetbewegungen aus. Ist die Massage beendet, so wird ein enganliegender Verband angelegt. Dies wird in der folgenden Zeit immer wiederholt. Von Tag zu Tag wird die Frakturstelle schmerzloser. Marbaix empfiehlt sofortige funktionelle Behandlung bei Vorderarmbrüchen, die keine Neigung zu Verschiebung zeigen. Dies ist jedoch auch gefährlich, denn erst die Pro- und Supination kann bei einem an sich gut stehenden Bruch zu schweren Verschiebungen führen. In Deutschland war es zuerst Bardenheuer, der sich für frühzeitige Mobilisierung der Fraktur in Heftpflasterextensionsverbänden einsetzte. Steinmann extendiert den doppelten Vorderarmbruch in Pronationsstellung des Armes. Diese Lage ermöglicht leicht die Durchführung der Bewegungen im Ellenbogen- und Handgelenk, ferner auch die Drehung des Vorderarmes. Vor Anlegung der Extension muß die Fraktur genau reponiert werden. Der Extensionszug halte die Fraktur in der richtigen Lage und läßt auch bei Drehbewegungen eine erneute Dislokation der Fragmente nicht befürchten. Steinmann soll durch seine Methode in der Mehrzahl der Fälle knöcherne Heilung und besonders gute Funktion erzielen.

Aber diese extremen funktionellen Behandlungsarten haben mit Recht fast keine Anhänger mehr. Im allgemeinen werden sie abgelehnt. Die Gefahr, durch die Massage und die Bewegungsübungen die Fragmente noch mehr zu verschieben, ist zu groß. Jede Sitzung, in der die funktionellen Übungen ausgeführt werden, muß für den Verletzten eine Qual sein, da die Fraktur lange Zeit schmerzhaft bleibt.

Frakturen, die nicht ruhig gestellt sind, bilden endlich einen übergroßen Kallus, was sich beim Unterarm ungünstig auswirken kann. Die frühzeitig einsetzenden Bewegungen des Unterarms, bevor die Fraktur fest knöchern verheilt ist, führen gerade dazu, was man durch die funktionelle Behandlung verhindern will, nämlich zur Störung der normalen Funktion. Denn die dauernden Reize, die durch die Bewegungsübungen auf die Fraktur ausgeübt werden, führen zum Auftreten von Ödem, dadurch zur schlechten Durchblutung der Muskulatur. Versteifung der Gelenke und eine Muskelatrophie sind die Folge. Die absolute Fixierung der Fraktur im ungepolsterten Gipsverband bis zur Konsolidierung mit nachfolgender intensiver Nachbehandlung versprechen die besten Erfolgsaussichten.

Für den diaphysären Unterarmbruch ist funktionelle Behandlung nur das, was in Böhlers Definition zum Ausdruck kommt: „Funktionelle Bewegungsbehandlung ist die vollkommene nie unterbrochene Ruhigstellung der gut eingerichteten Bruchstücke bei gleichzeitiger aktiver Bewegung möglichst vieler oder aller Gelenke unter Vermeidung jeden Schmerzes"

Die Nachbehandlung.

Ein Autor nannte einmal den Gipsverband das Faulbett des Arztes. Ist die Fraktur reponiert und die Gipsschiene angelegt, dann kümmere der Arzt sich nicht mehr um den Patienten. Die schlechten Ergebnisse seien sehr häufig auf diese Tatsachen zurückzuführen. Es liegt im Zuge der modernen Frakturbehandlung, daß heute auf eine ordentlich durchgeführte Nachbehandlung großer Wert gelegt wird. Man muß sich oft mit dem Patienten beschäftigen. Schon am Tage nach Anlegung des Gipsverbandes oder der Extension soll der Verletzte die Finger aktiv beugen und strecken und dann auch den Arm im Schultergelenk bewegen. Diese Betätigung der Muskulatur soll täglich und immer intensiver betrieben werden. Dies schützt die Muskulatur vor Atrophie, kräftigt den Knochen und verhindert durch eine gute Durchblutung die Versteifung der ruhig gestellten Gelenke. Wichtig ist es, dies betonen auch Böhler, Habs und andere Autoren, bewußte Muskelbewegungen in dem anderen gesunden Arm ausführen zu lassen. Die Tätigkeit des gesunden Gliedes erregt reflektorisch die Vasodilatoren der Muskulatur des verletzten Armes. Im gleichen Sinne wirken auch physikalische Reize auf die Haut des gesunden Gliedes. Sehr wichtig für die Frakturheilung ist auch der Wille des Patienten zur Gesundung. Wie der Physiologe Ernst Weber plethysmographisch nachweisen konnte, übt auch die Psyche einen Einfluß auf die Durchblutung der Extremitäten aus, und zwar in dem Sinne, daß die Lust die Durchblutung verbessert, die Unlust dagegen verschlechtert. Man muß daher auf jeden Schmerz von seiten der Fraktur, wenn ihn der Patient angibt, eingehen. Unvollkommen fixierende Verbände, Verschiebung der Fragmente können die Ursache sein.

Gerade bei schweren Unterarmbrüchen wird man gut tun, in der ersten Zeit wiederholte Röntgenkontrollbilder anzufertigen. Kann man dann wiederum dem Verletzten versichern, daß der Bruch gut eingerichtet ist und sich in guter Stellung befindet, so glaubt er an einen raschen und guten Heilungsausgang. Und gerade dieses Gefühl wirkt sehr günstig auf seine Psyche und läßt selten eine Rentenneurose entstehen.

Röntgenbilder müssen angefertigt werden nach Abklingen der Frakturschwellung, ferner nach jedem Verbandwechsel, wenn er durch Auftreten von Mazerationen, Druckstellen oder Zirkulationsstörungen unbedingt notwendig war. Nach endgültiger Abnahme des Gipsverbandes und nach klinischen Nachweis eines festen Kallus gibt ein Röntgenbild Aufschluß über seine Stärke und Größe, über eventuelle Knochenatrophie oder Sequesterbildung. Ist die Behandlung abgeschlossen, so wird ein Schlußbild angefertigt, das für die Renteneinschätzung maßgebend ist.

Als Zeitpunkt für die Abnahme des Gipsverbandes wird allgemein die 6.—8. Woche nach dem Unfall angegeben. Waren die Fragmente stark verschoben, so wird man den Verband erst in der 9.—10. Woche entfernen. In letzter Zeit haben Strauß und Mandel, König und Koppel über Refrakturen berichtet, die besonders gehäuft bei Unterarmbrüchen vorkommen. Die zu zeitige Abnahme des Gipsverbandes und die Entlassung aus der

Behandlung sind vielfach daran schuld. Kappel berichtet von 64 Unterarmbrüchen, von denen 9 refraktuierten. Alle Verletzten waren unter 15 Jahren. Besonders gefährdet ist der reine Querbruch, der unter sehr sparsamer Kallusbildung geheilt ist. Fr. König spricht hier sogar von einer Scheinheilung.

Nach der Gipsabnahme beginnt man mit größeren Bewegungsübungen des verletzten Armes und der Gelenke. Am besten ist es auch hier, wenn der Patient zunächst aktiv die Bewegungen ausführt. Passive Bewegungen in den Gelenken kann man anfänglich gut in warmen Bädern vornehmen. Heißluftbäder, Diathermie, faradischer und galvanischer Strom, Massage und medico-mechanische Übungen sind alles Methoden, die bei der Nachbehandlung angewandt werden. Die richtige Dosierung und Anwendung aller dieser Mittel beheben nach einer gewissen Zeit die Schäden der langen Fixierung fast vollständig.

Schluß.

Selten ist über eine Frakturart in der Literatur soviel diskutiert worden, wie über die Behandlung der diaphysären Unterarmbrüche. Aus der großen Zahl der Behandlungsvorschläge haben sich einige Methoden herauskristallisiert, die heute allgemein angewandt werden und einen Fortschritt in der Behandlung der Frakturen im allgemeinen und der Unterarmfraktur im besonderen darstellen.

1. Der gepolsterte zirkuläre Gipsverband wird bei der Unterarmfraktur nicht mehr angelegt, dafür tritt die ungepolsterte, dorsale Gipsschiene ein.
2. Die Anwendung der Drahtextensionen, besonders bei Unterarmbrüchen mit erheblicher Dislokation, wird heute immer mehr angewandt.
3. Die operative Bruchbehandlung hat sich gerade bei bestimmten Unterarmfrakturen eine gesicherte Position erworben.
4. Es haben sich die Grenzen der funktionellen Behandlung bei den Unterarmbrüchen klar gezeichnet.

An dieser Stelle möchte ich einer angenehmen Pflicht nachkommen und Herrn Prof. Dr. K. H. Bauer für die Übernahme des Referats, Herrn Prof. Becker für wertvolle Ratschläge danken.

Literaturnachweis.

Bauer, K. H.: Frakturen und Luxationen. Springer, Berlin 1927.

Bergmann, E.: Kallusbildung und innersekretorische Einflüsse. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Band 233.

v. Bruns: Lehre von den Knochenbrüchen. Deutsche Chirurg. Lieferung 27.

Borchard, M.: Der heutige Stand der Knochenbruchbehandlung. Hefte zur Unfallheilkunde. 1932.

Böhler: Die Knochenbruchbehandlung.

Bauer, K.: Über die Beeinflußbarkeit der Knochenbildung durch physikalische und chem. Mittel mit bes. Berücksichtigung des Verhaltens von Fremdkörpern im Knochen. Würzburg, Med. Diss. 1927.

Demel, R.: Operative Frakturenbehandlung. Springer, Wien 1926.

Deutschländer, C.: Was ist funktionelle Knochenbruchbehandlung? Zentralblatt für Chirurgie. 1934, Nr. 7.

Eiselsberg, A.: Bemerkungen z. Behandlung der subkutanen Frakturen.

Engel, P.: Über die Beeinflussung der Kallusbildung durch Hormone. D. Z. f. Chirurgie 242.

Faber, K.: Über Kalkbestimmung in künstlichen Blutergüssen zur Frage der Frakturheilung. Bonn, Med. Diss. 1936.

Fuß, H. und Faber, K.: Zur Behandlung des Blutergusses bei der Frakturbehandlung. D. Z. f. Chirurgie, Band 232.

Gerlach, E.: Die Ergebnisse der blutigen Frakturbehandlung, nach Lane. Berlin, Med. Diss. 1926.

Goetze, O.: Zur Indikation und Technik der Extensionsbehandlung des Unterarms. Archiv f. klin. Chirurgie, Band 167.

Jens, H.: Die operative Knochenbruchbehandlung im Krankenhause Bergmannsheil, 1925—1930. Archiv f. orthop. Chirurgie. 34.

Johannson, S.: On the treatment of the ischiaemic contraction of muscles. Acta chir. scandinaviae, Band LXI.

Hoffmeister: Blutkalkspiegel bei Knochenbrüchen. D. Z. f. Chirurgie, Band 240.

Hantke, H.: Beeinflussung der Knochenregeneration durch Vitamin C. D. Z. f. Chirurgie, Band 245.

Hildebrandt, A.: Die Technik der Knochennaht und Grundsätze für die Ernährung der Operierten.

Häbler, C. und Reiß, O.: Experimentelle Untersuchungen über die Festigkeit des Knochens im normalen und im Zustand der Bruchheilung. D. Z. f. Chirurgie, Band 246.

Hahn, A.: Fraktura antibrachii und ihre Behandlung. Med. Diss. 1923 Berlin.

König, Fr.: Über Behandlung und Heilungsvorgänge bei offenen Knochenbrüchen. D. Z. f. Chirurgie, Band 200.

König, Fr.: Operative Chirurgie der Knochenbrüche. Julius Springer, Berlin 1931.

Kilian: Erfahrungen mit Extensionsbehandlung von Knochenbrüchen. Archiv f. klin. Chirurgie, Band 182.

Koelsch, K. A.: Experimentelle Studie über die Kallusbildung bei Anwesenheit von Fremdkörpern.

Lexer, E. W.: Zur operativen Knochenbruchbehandlung. D. Z. f. Chirurgie, Band 236.

Lexer, E. W.: Über den zeitlichen Ablauf der Heilungsvorgänge am Knochenbruch. Bruns Beiträge 159.

Lexer, E. W.: Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie. F. Enke, Stuttgart 1929.

Lapidari, M.: Zur Wundbehandlung bei kompl. Extremitätenfrakturen. (Mailand, Riforma med. 1935).

Matti, H.: Technik und Resultate meiner Pseudarthrosenoperation.

May, H.: Kritik der üblichen Verfahren bei der blutigen Knochenbruchvereinigung. D. Z. f. Chirurgie, Band 236.

Nikolaus, H.: Ergebnisse der operativen Knochenbruchbehandlung am Unterschenkel und am Unterarm. Bruns Beiträge 160.

Pfab, B.: Zur Klinik und Therapie der Radiusköpfchenverletzungen. D. Z. f. Chirurgie, Band 216.

Rütz, A.: Beitrag zur Frakturenbehandlung unter besonderer Berücksichtigung der Rentenbegutachtung. D. Z. f. Chirurgie, 216.

Schäfer, H.: Über die operative Behandlung von Knochenbrüchen. D. Z. f. Chirurgie.

Schmidt, H.: Zur Behandlung komplizierter Arm- und Beinfrakturen. D. Z. f. Chirurgie, Band 209.

Steinmann: Die Nagelextension der Knochenbrüche. Neue Deutsche Chirurgie, Band I.

Scheffler: Beobachtungen und Ergebnisse einer fünfjährigen Frakturenbehandlung. Arch. f. orthop. Chirurgie.

Schnek, F.: Die Bedeutung der Subluxation im distalen Radio-ulnargelenk für die Behandlung des Speichenbruchs. D. Z. f. Chirurgie, Band 21.

Schünlein, A.: Über das Ausbleiben von Kallusbildung bei Frakturen im allgemeinen und bei blutiger Reposition. Med. Diss. Würzburg 1925.

Strack, K.: Beiträge zur Geschichte der Frakturbehandlung nebst Beschreibung eines neuen Apparates zur Drahtnaht. Med. Diss. Marburg, 1927.

Talkenberger: Die Unterarmbrüche, ihre Behandlung und deren Ergebnisse. Med. Diss. Leipzig, 1935.

Thorun, K.: Die Ausdehnung der Nagelextension und die Verwendbarkeit bei Knochenbrüchen. Med. Diss. Königsberg, 1914.

Winkelbauer, Ad.: Erfahrungen mit der Kirschnerschen Knochennaht. D. Z. f. Chirurgie, Band 191.

Lebenslauf.

Ich wurde am 20. August 1910 als 4. Kind des Postmeisters Johann Pompecki in Orzesche OS. geboren. Nach vierjährigem Besuch der Volksschule war ich zuerst Schüler des Progymnasiums in Nikolai und später am Realgymnasium in Beuthen OS., wo ich 1931 die Reifeprüfung ablegte. Mein Medizinstudium begann ich 1931 an der Universität in Graz. Vom 3. Semester bis zur Ablegung des medizinischen Staatsexamens im Jahre 1936 studierte ich in Breslau. Mein Medizinal-Praktikantenjahr leistete ich am Knappschaftskrankenhaus in Beuthen OS. ab, wo ich auch im Anschluß daran als Volontärarzt tätig war. Am 1. Januar 1937 trat ich eine planmäßige Assistentenstelle am Krankenhaus in Hindenburg OS. an. Hier war ich bis zum Ausbruch des Krieges an verschiedenen chirurgischen Abteilungen tätig. Am 26. August 1939 wurde ich als Hilfsarzt eingezogen und machte den ganzen Polenfeldzug mit. Nach Beendigung des Feldzuges in Polen wurde ich mit meiner Truppe an die Westfront verlegt, wo ich z. Zt. in einem Feldlazarett als Unterarzt d. Res. tätig bin.